

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN  
EN MATERIA DE PATENTES (PCT)(19) Organización Mundial de la Propiedad  
Intelectual  
Oficina internacional

24 SEP 2004

(43) Fecha de publicación internacional  
2 de Octubre de 2003 (02.10.2003)

PCT

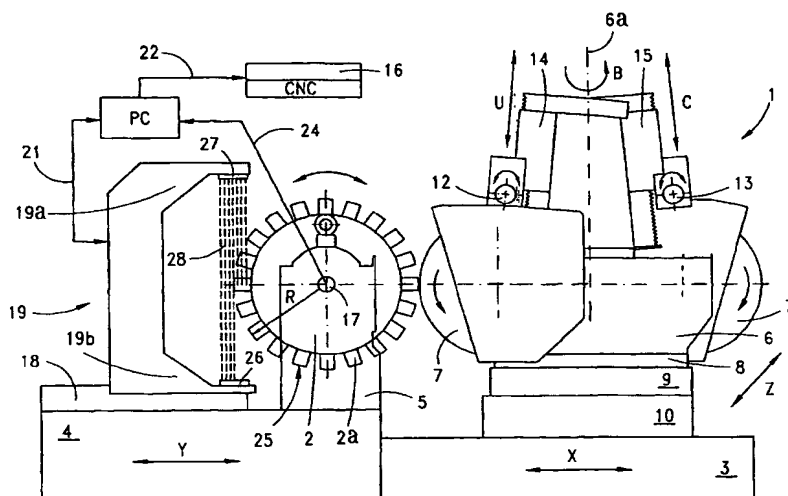
(10) Número de Publicación Internacional  
WO 03/080292 A1

- (51) Clasificación Internacional de Patentes<sup>7</sup>: **B24B 19/14**
- (21) Número de la solicitud internacional: PCT/ES03/00116
- (22) Fecha de presentación internacional:  
14 de Marzo de 2003 (14.03.2003)
- (25) Idioma de presentación: español
- (26) Idioma de publicación: español
- (30) Datos relativos a la prioridad:  
P 200200711 26 de Marzo de 2002 (26.03.2002) ES
- (71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US): **DANOBAT, S.COOP.** [ES/ES]; Arriaga Kalea, 21, E-20870 Elgoibar (ES).
- (72) Inventores; e
- (75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **ASTI-GARRAGA CASTAÑARES, Olatz** [ES/ES]; Bernardo Ecenarro, 10-2.B, E-20870 Elgoibar (ES). **CHANA, Harvinder, Singh** [GB/ES]; Gurchan Heights, 22 Beggars Lane, Leicester Forest East, LE3 3NQ Leicester (ES).
- (74) Mandatario: **FERNANDEZ GUZMAN, Juan**; Dpto. Propiedad Industrial, B° San Andrés, s/n; Apdo 213, 20500 Mondragón (ES).
- (81) Estados designados (nacional): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: ROTOR-GRINDING MACHINE COMPRISING A ROTARY HEAD WITH TWO GRINDING WHEELS

(54) Título: MAQUINA RECTIFICADORA DE UN ROTOR CON UN CABEZAL ROTATORIO DE DOS MUELAS



(57) Abstract: The invention relates to a machine (1) for grinding the blades of a turbine rotor (2) or a compressor. The inventive machine consists of a rotary head (6) which is provided with two different grinding wheels (7, 7') for grinding the rotors (2), three carriages (8, 9, 10) of the head which are used for the linear and angular movement thereof, a machine control unit (16) comprising a numerical control (CNC) which is used to calculate the grinding position of each grinding wheel, an optical sensor (19) which is used to measure the radius R of the blades and a device (12, 13) for the individual shaping of each grinding wheel which is supported on a carriage (14, 15) with means for the linear movement thereof (U, C) and which operates automatically during the grinding process without altering the position of the grinding wheel.

(57) Resumen: La máquina (1) rectificadora de los álabes de un rotor (2) de turbina o de un compresor, tiene un cabezal (6) rotatorio provisto de dos muelas (7,7') diferentes para el rectificado de rotores (2), tres carros (8,9,10) del cabezal para el desplazamiento lineal y angular del cabezal, una unidad (16) de control de la máquina

[Continúa en la página siguiente]

WO 03/080292 A1



SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

SI, SK, TR), patente OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) **Estados designados (regional):** patente ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), patente euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), patente europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE,

**Publicada:**

— con informe de búsqueda internacional

*Para códigos de dos letras y otras abreviaturas, véase la sección "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" que aparece al principio de cada número regular de la Gaceta del PCT.*

provista de un control numérico CNC para el cálculo de la posición de rectificado de cada muela, un sensor (19) óptico para la medición del radio R de los álabes, y un dispositivo (12,13) de perfilado individual de cada muela soportado en un carro (14,15) con medios para su desplazamiento lineal (U,C), que actúa automáticamente durante el rectificado sin alteración de la posición de la muela.

. 1 .

"Máquina rectificadora de un rotor, con un cabezal rotatorio de dos muelas"

5 DESCRIPCION

La presente invención está relacionada con máquinas de rectificado de álabes de turbina o de impulsores o similares.

10

**Estado anterior de la técnica**

El problema que resuelve la presente invención es la construcción de una máquina rectificadora con un cabezal rotatorio de dos muelas de rectificado, controlando las operaciones de rectificado de las puntas de los álabes de un rotor, y de perfilado de la muela rectificadora simultáneamente durante el curso del ciclo de rectificado de una etapa de rotor, mediante una unidad de control para el posicionamiento de las muelas y de los dispositivos de perfilado, y un sensor óptico para la medición del radio de los álabes.

Una máquina rectificadora de álabes de rotor de turbina es conocida desde la publicación US-A-5704826, en donde el cabezal está provisto de dos muelas de diferentes características para rectificar diferentes rotores por su aleación y anchura de álabe, que evita el reemplazamiento de una muela y el inicio otra vez del proceso de ajuste de la posición angular y lineal del cabezal de la nueva muela relativa al nuevo rotor, como es necesario efectuar con las máquinas con cabezal de una sola muela. En la máquina rectificadora descrita en la publicación US-A-5704826, los desplazamientos angular y lineal del cabezal para posicionar la segunda muela son controlados por una unidad

. 2 .

de control de la máquina provista de un CNC, la cual calcula las coordenadas de la nueva posición a partir de datos geométricos relativos a las dos muelas, con la cooperación de un sistema óptico de medición para la  
5 alineación de la muela y la medición del radio de las puntas de los álabes.

Un ejemplo de sistema óptico para la alineación de la muela y la medición del radio de los álabes durante el  
10 curso del rectificado a alta velocidad del rotor, controlado estroboscópicamente entre 1500 r.p.m. y 3000 r.p.m, es divulgado en la publicación US-A-4566225, siendo la intensidad de luz recibida en el sensor representativa de la altura o radio de los álabes, pero aquí el sensor  
15 óptico utiliza un haz de luz infrarrojo.

Para obtener en las puntas de los álabes la curva de perfil deseada, la muela ejecuta desplazamientos incrementales micrométricos del cabezal de muelas en ambas  
20 direcciones axial y radial relativas al rotor durante el curso del rectificado. La abrasión debida al uso de la muela de rectificado obliga a compensar el desgaste y a corregir las irregularidades de su superficie mediante un dispositivo de perfilado de la muela. Las irregularidades  
25 superficiales de la muela provocan la aparición de rebabas en las puntas de los álabes, que afectan a la medición del radio de los álabes llegando a ocasionar un exceso de rectificado. Una máquina conocida como la divulgada en la publicación EP-0592112-A, tiene un dispositivo de  
30 perfilado provisto de un rodillo de diamante, soportado sobre un carro. Esta máquina conocida tiene los inconvenientes de que dispositivo de perfilado está separado del cabezal de muela y situado detrás de él, y el perfilado de la muela es ejecutado una vez terminado el  
35 ciclo de rectificado de una etapa de rotor, o también en

. 3 .

el intermedio de un ciclo de rectificado, parando la operación de rectificado para separar el cabezal de su posición de trabajo y llevar la muela hasta el rodillo. La máquina conocida después del perfilado tiene que  
5 posicionar ajustadamente de nuevo la muela en contacto con las puntas de los álabes para continuar el ciclo de rectificado.

### **Exposición de la invención**

10

El objeto de la presente invención es una máquina de rectificado de álabes de rotor de compresor o de turbina, comprendiendo un cabezal de dos muelas diferentes cuyo posicionamiento es gobernado por una unidad electrónica de  
15 control de la máquina en cooperación con un sistema óptico de medición del radio de los álabes durante la operación de rectificado, y un dispositivo de perfilado de la muela asociado al cabezal de muelas, el cual es accionable automáticamente además de en momentos prefijados del ciclo  
20 de rectificado, durante el curso del rectificado en respuesta a una indicación de la señal de medición generada por el sistema óptico.

La unidad de control electrónica además de los  
25 desplazamientos angular y lineal del cabezal de muelas durante el rectificado, controla el posicionamiento de una u otra muela sobre cada etapa de rotor, mediante el cálculo basado en las dimensiones y distancias geométricas de ambas muelas. El sistema óptico de medida del radio de  
30 los álabes, es capaz de detectar continuamente la presencia de rebabas en las puntas de los álabes, y la unidad de control acciona automáticamente el dispositivo de perfilado de la muela durante el curso del rectificado, sin alterar la posición de la muela y su rotación, y sin  
35 la necesidad de la presencia del operario. El dispositivo

. 4 .

de perfilado se desplaza poniéndose el rodillo de perfilado en contacto con la muela. De esta manera no se interrumpe el ciclo de rectificado, deteniéndose solamente el avance de la muela.

5

### **Descripción de los dibujos**

La FIG. 1 es una vista en planta de una máquina rectificadora de un rotor de compresor, mostrando el rectificado de una etapa de rotor.

10

La FIG. 2 es una vista en alzado de la máquina rectificadora de la figura 1.

### **Descripción detallada de la realización preferida**

15

Con referencia a las FIG. 1-2, una realización preferida de máquina 1 de rectificado de los álabes de un rotor 2 de turbina o de compresor conforme a la invención, comprende

- una bancada 3 de máquina,
- 20 - un carro 4 soportando dos pedestales 5 soporte del rotor 2 desplazables en una dirección axial Z del rotor 2,
- un cabezal 6 de muela provisto de dos muelas 7,7' de rectificado de diferentes características,
- un carro 8 del cabezal para girar el cabezal 6 un
- 25 desplazamiento angular B alrededor de un eje 6a central vertical, y dos carros 9,10 del cabezal para moverlo un desplazamiento lineal de posicionamiento en dicha dirección Z y un desplazamiento de avance de la muela en una dirección X radial del rotor 2,
- 30 - un dispositivo de perfilado 12,13 respectivo de cada muela 7,7' soportado sobre un carro 14,15 individual asociado al cabezal de la muela,
- una unidad de control 16 electrónica comprendiendo un control numérico CNC para calcular y controlar los
- 35 desplazamientos de dichos carros, y

. 5 .

- un sistema 16-24 para la medición del radio R de los álabes comprendiendo un sensor 19 óptico alineado según un eje de referencia 11 (FIG. 1) con la etapa 2a de rotor y la muela 7 que está trabajando, y un instrumento de medida tal como un ordenador PC, que transmite una señal 21 representativa de la alineación de la muela 7 o de la muela 7', y de la medida obtenida del radio R a la unidad de control 16.
- 10 El carro 8 del cabezal proporciona al cabezal 6 una rotación de hasta  $180^\circ$  alrededor de un eje 6a central vertical, para la conmutación de una muela 7 (fig.1 y 2) por una segunda muela 7' seleccionada para el rectificado de un segundo rotor 2 distinto del anteriormente rectificado. Un desplazamiento angular B del carro es efectuado para su inclinación relativa al radio R de los álabes, en dependencia de la curva de perfil de las puntas 25 de álabes que se rectifican. Para el posicionamiento de dicha segunda muela 7' enfrentada en contacto con las
- 20 puntas 25 de los álabes de un segundo rotor 2, los carros 9,10 proporcionan al cabezal 6 los desplazamientos lineales en las direcciones Z y X, además de los desplazamientos incrementales de translación y de avance "W" de la muela durante el rectificado. El cálculo de la
- 25 posición de la segunda muela 7' es realizado por el control numérico CNC en función de los diámetros D1 y D2 de las dos muelas 7,7', y de la distancia diagonal 30 entre las superficies de ambas muelas 7,7' (Fig. 1).
- 30 El dispositivo de perfilado 12-15 comprende un respectivo carro 14,15 soportando un rodillo 12,13 de diamante, los carros 14,15 están incorporados al cabezal 6 de muelas para acompañar a una respectiva muela 7,7' en sus desplazamientos lineales X,Z y angular B. Los carros 14,15
- 35 se proyectan por encima del cabezal 6, y se desplazan

. 6 .

verticalmente con su rodillo 12,13 para el perfilado de su correspondiente muela 7,7' efectuando respectivamente un desplazamiento "U" ó "C" lineal de aproximación desde una posición retraída por encima de la muela 7, y de avance  
5 del rodillo 12,13 durante el perfilado. Los carros 14,15 están provistos de un husillo 14',15' para su desplazamiento lineal gobernado por la unidad de control 16, efectuando el perfilado sin que la muela 7,7' tenga que retirarse de su posición de contacto con la etapa 2a  
10 de rotor que está rectificando.

En un ejemplo de realización de la máquina 1 rectificadora, el sensor óptico 19 comprende una fuente 26 de luz que emite un haz colimado 28 y un fotodetector 27  
15 electrónico, dispuestos en dos brazos opuestos 19a, 19b de un soporte en forma de arco (FIG. 2) de mayor dimensión que la circunferencia de las etapas 2a de rotor. Los brazos opuestos 19a,19b del sensor se sitúan abarcando la etapa 2a de rotor que se rectifica. Para ello el sensor  
20 óptico 19 está soportado sobre un carro 18, que es desplazable en la dirección "Z" axial para trasladar el sensor 19 de una etapa 2a de rotor a otra, y en una dirección "Y" para realizar un avance radial hacia los álabes 2a de rotor. El haz colimado 28 ilumina en su  
25 totalidad los álabes que en su rotación pasan entre la fuente 26 y el fotodetector 27, recibiendo este último una imagen de sucesivos claros y oscuros de intensidad de luz correspondientes al cruce de cada álabe 25 con el haz 28. El ordenador PC recibe una  
30 señal eléctrica 21 ondulante (no representada en los dibujos) en cada revolución, que es representativa del valor absoluto del radio R. La señal 21 no es afectada por la altura de los álabes interpuesta en el haz 28. El ordenador PC adquiere y procesa la señal 21 y la combina  
35 con una señal 24 de la velocidad de rotación del rotor 2



. 7 .

proveniente de un "encoder" 17 del eje del rotor, y la  
señal 22 resultante es conectada a la unidad de control  
16, para el control del rectificado y del perfilado. Las  
alteraciones con respecto a los valores de la señal  
5 ondulante 21 provocadas por las rebabas en los álabes son  
detectadas por la unidad de control 16 en cada momento del  
ciclo de rectificado, actuando automáticamente el  
dispositivo 12-15 de perfilado correspondiente.

REIVINDICACIONES

- 1.- Máquina de rectificado de los álabes de un rotor de turbina o de compresor, comprendiendo
- 5    - una bancada (3) de máquina soportando un rotor (2) de varias etapas (2a) de álabes rotando a alta velocidad,
- un cabezal (6) de muela provisto de dos muelas (7,7') de rectificado conmutables una por otra en la posición de rectificado enfrentada a los álabes (2a) del rotor para el
- 10   rectificado de sucesivos rotores (2),
- un dispositivo (12-15) de perfilado individual de cada muela (7,7'), provisto de un respectivo útil (12,13) de perfilado y de medios (14-15) para su desplazamiento (U,C) lineal relativo a la muela,
- 15   - una unidad de control (16) electrónica provista de un control numérico CNC para controlar los desplazamientos del rotor (2) y del cabezal (6) de muela en una dirección Z axial, y en las direcciones radial (X) relativa al rotor y angular (B), y dichos desplazamientos (U,C) del
- 20   dispositivo (12-15) de perfilado,
- un sistema (16-24) óptico de medición del radio (R) de los álabes de la etapa (2a) de rotor siendo rectificada, acoplado a la bancada (3) de la máquina y provisto de un sensor (19) óptico alineado con dicha etapa (2a) de rotor
- 25   en rotación y una de dichas muelas (7,7'),
- dicho cabezal (6) siendo soportado por un carro (8) rotatorio del cabezal y dos carros (9,10) del cabezal lineales efectuando dichos desplazamientos Z,X,B del cabezal (6), calculados a partir de datos geométricos
- 30   (D1,D2,30) relativos a las dos muelas (7,7'), para el posicionamiento de una segunda muela (7') para el rectificado de un segundo rotor (2) consecutivo,
- caracterizado en que dicho sistema (16-24) para la medición del radio R de los álabes en cooperación con la
- 35   unidad de control (16) efectúa una detección continua de

. 9 .

rebabas en los álabes (2a) durante el rectificado, mediante una medida de las perturbaciones de dicho radio R, y en que

5 - dicho dispositivo de perfilado (12,13) individual está montado sobre un carro soporte (14,15) en una posición relativa al cabezal (6) de muelas asociado con él, y que actúa automáticamente efectuando el útil de perfilado (12,13) dicho desplazamiento (U,C) y perfilando la muela (7,7') en función de dicha detección continua de rebabas  
10 por el sistema (16-24) de medición, sin detenerse el proceso de rectificado del rotor (2) con la muela (7,7').

2.- Máquina de rectificado de los álabes de un rotor según la reivindicación 1, en donde las dos muelas (7,7') se  
15 sitúan una a cada lado del cabezal, y dicho útil (12,13) de perfilado individual está soportado en un carro (14,15) incorporado al cabezal (6) y proyectado por encima de él acoplado a un husillo (14',15') propio del carro (14,15), efectuando los desplazamientos (U,C) verticales de  
20 aproximación a la muela (7,7') y de avance durante el perfilado.

3.- Máquina de rectificado de los álabes de un rotor según la reivindicación 1, en donde dicho sensor óptico (19)  
25 está soportado sobre un carro (18), que es desplazable en una dirección "Y" para realizar un avance radial horizontal hacia la etapa(2a) de álabes de rotor en operación, y tiene dos brazos opuestos emisor y receptor (19a,19b) de luz que se sitúan abarcando la etapa (2a) de  
30 rotor.

.1/2 .

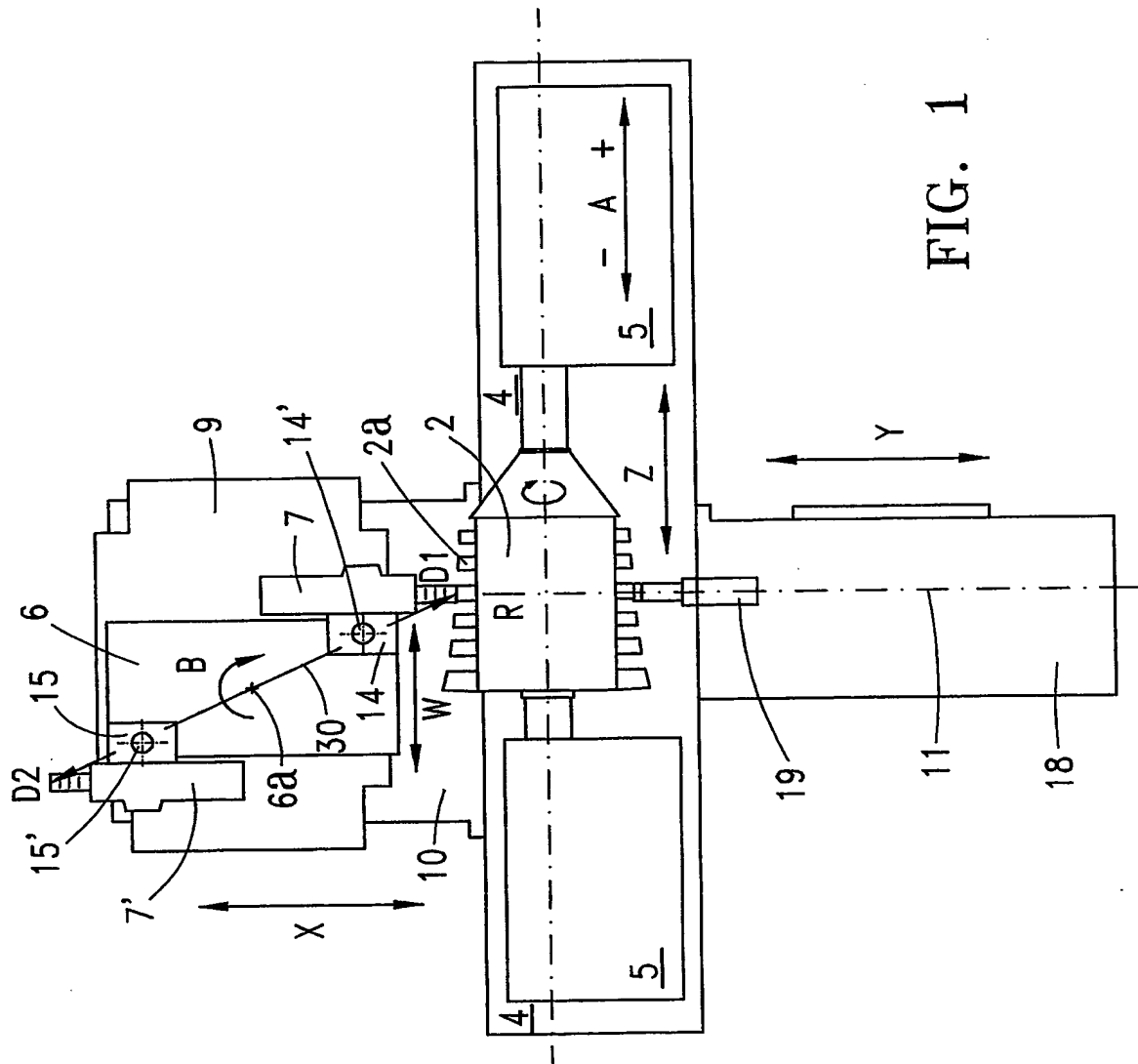


FIG. 1

BEST AVAILABLE COPY

. 2/2 .

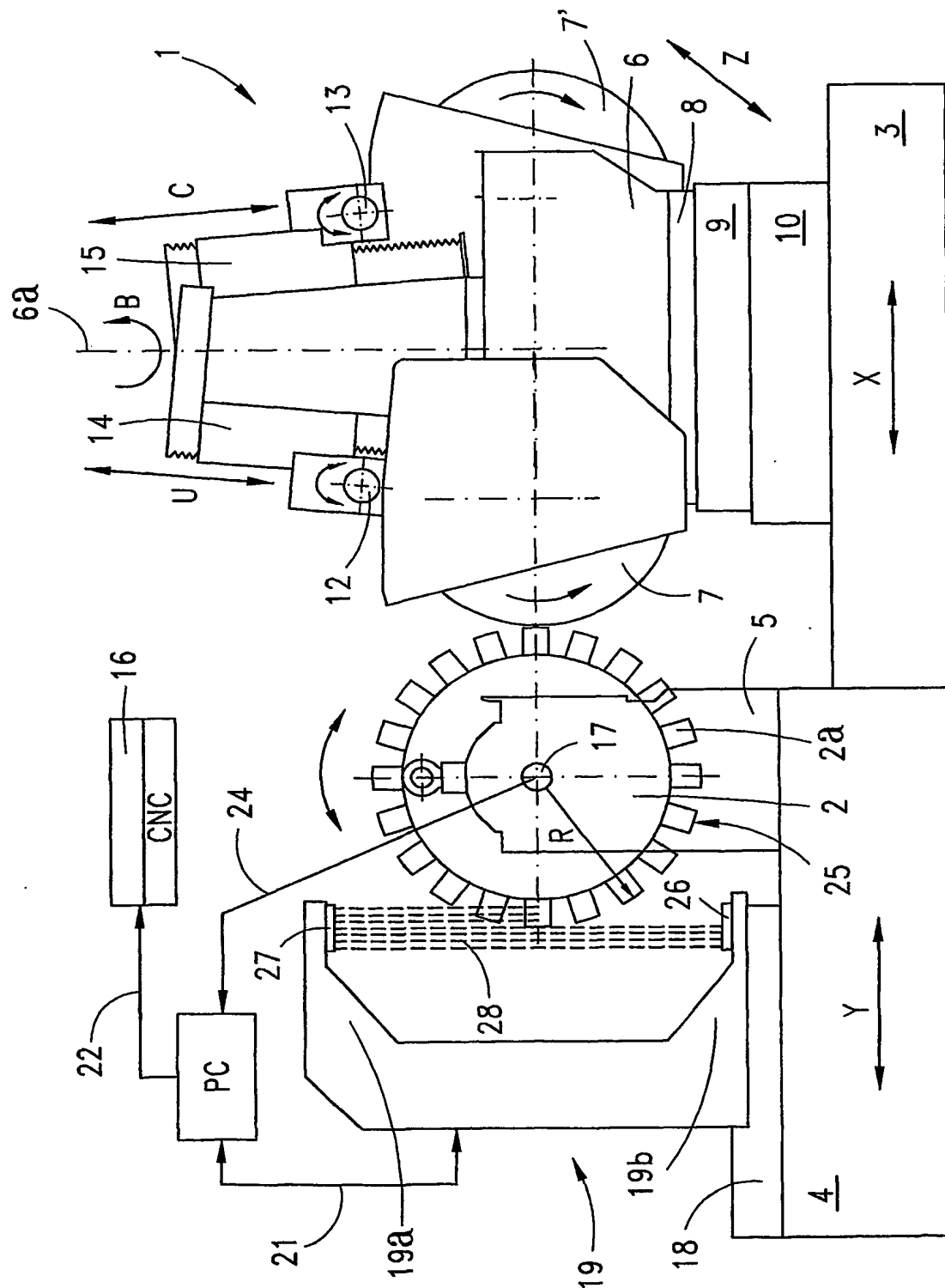


FIG. 2

BEST AVAILABLE COPY

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/ES 03/00116

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC<sup>7</sup> B24B19/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC<sup>7</sup>

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4376357 A (Shackleton); 15.03.1983 Column 3, lines 47-65.	1
A	US 5625446 A (Bedard); 29.04.1997 Column 2, lines 19-32.	1
A	US 5704826 A (De Luis Vizcaino); 06.01.1998 The whole document	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 June 2003 (30.06.03)

Date of mailing of the international search report

08 July 2003 (08.07.03)

Name and mailing address of the ISA/

SPTO

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International Application No

PCT/ES 03/00116

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US4376357	15.03.1983	EP0040467 GB2076323 JP57008067 DE3161157 CA1160558	25.11.1981 02.12.1981 16.01.1982 17.11.1983 17.01.1984
US5625446	29.04.1997	NONE	
US5704826	06.01.1998	NONE	

**BEST AVAILABLE COPY**

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional

PCT/ES 03/00116

## A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

CIP<sup>7</sup> B24B19/14

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y la CIP.

## B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima consultada (sistema de clasificación, seguido de los símbolos de clasificación)

CIP<sup>7</sup>

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

EPODOC

## C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones n°
A	US 4376357 A (Shackleton); 15.03.1983 Columna 3, líneas 47-65.	1
A	US 5625446 A (Bedard); 29.04.1997 Columna 2, líneas 19-32.	1
A	US 5704826 A (De Luis Vizcaino); 06.01.1998 Todo el documento	1

☐ En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos ☒ Los documentos de familia de patentes se indican en el anexo

\* Categorías especiales de documentos citados:

"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.

"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.

"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).

"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.

"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.

"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.

"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.

"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.

"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional. 30 junio 2003 (30.06.2003)

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional  
- 8 JUL 2003 0 8. 07. 03

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional O.E.P.M.  
C/Panamá 1, 28071 Madrid, España.  
n° de fax +34 91 3495304

Funcionario autorizado  
Antonio Gómez Sánchez  
n° de teléfono +34 91 349 55 45

BEST AVAILABLE COPY



**INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL**  
 Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional n°  
**PCT/ES 03/00116**

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de publicación
US4376357	15.03.1983	EP0040467 GB2076323 JP57008067 DE3161157 CA1160558	25.11.1981 02.12.1981 16.01.1982 17.11.1983 17.01.1984
US5625446	29.04.1997	Ninguno	
US5704826	06.01.1998	Ninguno	

**BEST AVAILABLE COPY**